

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of

Katsushige AMANO et al.

Serial No. NEW : **Attn: APPLICATION BRANCH**

Filed January 5, 2004 : **Attorney Docket No. 2003_1916A**

PROCESS SCHEDULING APPARATUS, :
PROCESS SCHEDULING METHOD, :
PROGRAM FOR PROCESS SCHEDULING, :
AND STORAGE MEDIUM RECORDING A :
PROGRAM FOR PROCESS SCHEDULING :
THE COMMISSIONER IS AUTHORIZED
TO CHARGE ANY DEFICIENCY IN THE
FEES FOR THIS PAPER TO DEPOSIT
ACCOUNT NO. 23-0975

CLAIM OF PRIORITY UNDER 35 USC 119

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

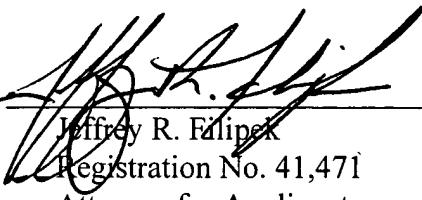
Applicants in the above-entitled application hereby claim the date of priority under the International Convention of Japanese Patent Application No. 2003-001245, filed January 7, 2003, as acknowledged in the Declaration of this application.

A certified copy of said Japanese Patent Application is submitted herewith.

Respectfully submitted,

Katsushige AMANO et al.

By


Jeffrey R. Filipak
Registration No. 41,471
Attorney for Applicants

JRF/fs
Washington, D.C. 20006-1021
Telephone (202) 721-8200
Facsimile (202) 721-8250
January 5, 2004



日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2003年 1月 7日
Date of Application:

出願番号 特願2003-001245
Application Number:

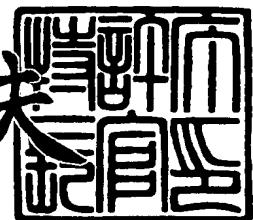
[ST. 10/C] : [JP2003-001245]

出願人 松下電器産業株式会社
Applicant(s): ソニー株式会社

2003年11月11日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫





【書類名】 特許願

【整理番号】 2037340051

【提出日】 平成15年 1月 7日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G06F 9/46 340

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1006 番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 天野 克重

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1006 番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 山本 哲士

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1006 番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 大和田 清志

【発明者】

【住所又は居所】 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 35 号 ソニー株式会社内

【氏名】 町田 浩之

【発明者】

【住所又は居所】 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 35 号 ソニー株式会社内

【氏名】 篠原 孝夫

【特許出願人】

【識別番号】 000005821

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1006 番地

【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社

【特許出願人】

【識別番号】 000002185

【住所又は居所】 東京都品川区北品川6丁目7番35号

【氏名又は名称】 ソニー株式会社

【代理人】

【識別番号】 100062144

【弁理士】

【氏名又は名称】 青山 葵

【選任した代理人】

【識別番号】 100086405

【弁理士】

【氏名又は名称】 河宮 治

【選任した代理人】

【識別番号】 100073575

【弁理士】

【氏名又は名称】 古川 泰通

【選任した代理人】

【識別番号】 100100170

【弁理士】

【氏名又は名称】 前田 厚司

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 013262

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9602660

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 プロセススケジューリング装置及びその方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 それぞれ優先度が付与された複数のプロセスを並列的に処理するプロセススケジューリング装置であって、

可変の優先度が付与され、遅延タスクのみを処理し、かつキューイングテーブルを備える遅延タスク処理プロセス部と、

固定の優先度が付与され、前記遅延タスク以外の処理を実行する複数の通常プロセス部と、

前記遅延タスク処理プロセス部及び通常プロセス部をそれらに付与された優先度に基づいて順次実行させるプロセススケジューリング部と、

前記遅延タスク処理プロセス部が備えるキューイングテーブルに、新たに発生した遅延タスクをその優先度と共に登録する遅延タスク登録処理部と、

前記キューイングテーブルに記録された遅延タスクのうち優先度が最高である遅延タスクを選択する遅延タスク優先度制御部と、

前記遅延タスク優先度制御部によって選択された遅延タスクの優先度を、前記遅延タスク処理プロセス部自体の優先度に設定するプロセス優先度制御部とを備える、プロセススケジューリング装置。

【請求項 2】 前記遅延タスクは、割り込みハンドラに含まれる処理のうち処理が遅延可能なタスクを含む、請求項 1 に記載のプロセススケジューリング装置。

【請求項 3】 前記プロセス優先度制御部は、前記新たな遅延タスクが発生した時に実行中のプロセスに続く次のプロセスが開始される前に、前記遅延タスク処理プロセス部の優先度の設定を行う、請求項 1 又は請求項 2 に記載のプロセススケジューリング装置。

【請求項 4】 前記プロセスは、前記通常プロセス部により処理されるプロセスと、前記遅延タスク処理プロセス部により処理される遅延タスクを含む、請求項 3 に記載のプロセススケジューリング装置。

【請求項 5】 それぞれ優先度が付与された複数のプロセスを並列的に処理

するプロセススケジューリング方法であって、

遅延タスクを処理し、キューイングテーブルを備える遅延タスク処理プロセスと、前記遅延タスク以外の処理を実行する通常プロセスとを、それらに付与された優先度に基づいて順次実行し、

新たに発生した遅延タスクを、前記キューイングテーブルにその遅延タスクに付与されている優先度と共に登録し、

前記キューイングテーブルに記録された遅延タスクのうち優先度が最高である遅延タスクを選択し、

前記選択された遅延タスクの優先度を前記遅延タスク処理プロセス自体の優先度に設定する、

プロセススケジューリング方法。

【請求項 6】 前記遅延タスクは、割り込みハンドラに含まれる処理のうち処理が遅延可能なタスクを含む、請求項 5 に記載のプロセススケジューリング方法。

【請求項 7】 前記新たなタスクが発生した時に、実行中のプロセスに続く次のプロセスが開始される前に、前記遅延タスク処理プロセス部の優先度の設定を行う、請求項 5 又は請求項 6 に記載のプロセススケジューリング方法。

【請求項 8】 前記プロセスは、前記通常プロセスと前記遅延タスクを含む請求項 7 に記載のプロセススケジューリング方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、マルチプロセス環境下で効率的かつ適切なスケジューリングが可能な、プロセススケジューリング装置及びその方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

現在、計算機装置（コンピュータ）は、大型計算機やパーソナルコンピュータのような形態のみならず、各種家電機器、携帯電話等の分野でも利用が進んでいく。

【0003】

計算機装置における効率的な処理方法として、マルチプロセス処理が知られている。このマルチプロセス処理では、処理をプロセス、スレッド、あるいはタスクと呼ばれる複数の単位（本明細書では「プロセス」と呼ぶ。）に分け、各プロセスに付与された優先度に基づいたスケジューリングにより並列処理する。ただし、マルチプロセス処理であっても、全ての処理が一律にプロセスとして実行されるわけではなく、プロセスとは異なる形で実行される処理も多い。例えば、割り込み要求に対する処理（割り込みハンドラ）は、プロセスとは別の形態で処理される。また、割り込みハンドラのうち即時処理の必要がない部分は、適切なタイミングでプロセスとは別の形態で遅延して処理されることが多い。

【0004】

前記割り込みハンドラのうち即時処理の必要がない部分のようなプロセス以外の形態で実行される処理（本明細書では「遅延タスク」と呼ぶ。）と、プロセスとのどちらを優先して処理するかを判断するために、遅延タスクにも優先度を与え、プロセスと同じようにスケジューリングすることが考えられる。これに関連して、発生したイベントを優先度付けした上でキューイングし、優先度の高い順にイベントに対応したプロセスを起床するイベントスケジューリング方法が、特許文献1に記載されている。この特許文献1の方法において、イベントを遅延タスクの発生とし、起床されるプロセスを遅延タスクに対応する実際の処理とすることで、プロセスと遅延タスクをスケジューリングすることが考えられる。

【0005】

【特許文献1】

特開昭62-42251号公報

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、特許文献1に記載の方法は、マルチプロセス環境を前提としたものではなく、プロセスと遅延タスクとを効率的かつ適切にスケジューリングすることができない。すなわち、特許文献1に記載の方法をマルチプロセス環境に適用した場合、各イベント毎に一つのプロセスを対応させるため、発生したすべてのイ

ベントに対応するプロセスをマルチプロセス的に処理すると大量のプロセスが起動し、プロセスの生成と消滅を短期間で繰り返す必要がある。一般に、起動しているプロセス数が増加すると、スケジューリングに時間を要し、メモリの消費も多くなる。従って、短期間で大量のプロセスの生成、消滅を繰り返すのは計算機装置にとって負担が大きい。

【0007】

そこで、本発明は、マルチプロセス環境において効率的かつ適切にプロセスと遅延タスクをスケジューリングすることを課題としている。

【0008】

【課題を解決するための手段】

本発明の第1の態様は、それぞれ優先度が付与された複数のプロセスを並列的に処理するプロセススケジューリング装置であって、可変の優先度が付与され、遅延タスクのみを処理し、かつキューイングテーブルを備える遅延タスク処理プロセス部と、固定の優先度が付与され、前記遅延タスク以外の処理を実行する複数の通常プロセス部と、前記遅延タスク処理プロセス部及び通常プロセス部をそれらに付与された優先度に基づいて順次実行させるプロセススケジューリング部と、前記遅延タスク処理プロセス部が備えるキューイングテーブルに、新たに発生した遅延タスクをその優先度と共に登録する遅延タスク登録処理部と、前記キューイングテーブルに記録された遅延タスクのうち優先度が最高である遅延タスクを選択する遅延タスク優先度制御部と、前記遅延タスク優先度制御部によって選択された遅延タスクの優先度を、前記遅延タスク処理プロセス部自体の優先度に設定するプロセス優先度制御部とを備える、プロセススケジューリング装置を提供する。

【0009】

前記遅延プロセスとは、マルチプロセス環境において通常のプロセス以外の形態で実行される処理である。例えば、前記遅延タスクは、割り込みハンドラに含まれる処理のうち処理が遅延可能なタスクを含む。また、遅延タスクはプロセスからの要求であって即時処理を要せず遅延可能なタスクを含む。

【0010】

本発明のプロセススケジューリング装置では、遅延プロセスを処理する遅延タスク処理プロセスの優先度が、それ自体が備えるキューテーブルに記憶された遅延タスクの優先度のうち最も優先度が高いものに設定される。従って、遅延タスクと、遅延タスク以外の処理を実行する通常のプロセスとをそれらの優先度に応じて効率的かつ適切にスケジューリングすることができる。

【0011】

優先度が高いプロセスが優先度の低いプロセスよりも後に処理される現象である優先度の逆転を防止するには、プロセス優先度制御部は、新たな遅延タスクが発生した時に実行中のプロセスに続く次のプロセスが開始される前に、遅延タスク処理プロセス部の優先度の設定を行うことが好ましい。これらのプロセスには、前記通常プロセス部により処理されるプロセスと、前記遅延タスク処理プロセス部により処理される遅延タスクを含む。

【0012】

本発明の第2の態様は、それぞれ優先度が付与された複数のプロセスを並列的に処理するプロセススケジューリング方法であって、遅延タスクを処理し、キューテーブルを備える遅延タスク処理プロセスと、前記遅延タスク以外の処理を実行する通常プロセスとを、それらに付与された優先度に基づいて順次実行し、新たに発生した遅延タスクを、前記キューテーブルにその遅延タスクに付与されている優先度と共に登録し、前記キューテーブルに記録された遅延タスクのうち優先度が最高である遅延タスクを選択し、前記選択された遅延タスクの優先度を前記遅延タスク処理プロセス自体の優先度に設定する、プロセススケジューリング方法を提供する。

【0013】

【発明の実施の形態】

次に、図面に示す本発明の実施形態を説明する。

図1は、本発明のプロセススケジューリング装置である計算機装置を示している。計算機装置は、少なくとも中央演算処理装置(CPU)1とメモリ装置2を備えている。また、計算機装置は、図示しない入力装置、出力装置のような他の機器を備えていてもよい。

【0014】

C P U 1 は、処理性能が十分であれば任意のタイプのものを用いることができる。

【0015】

メモリ装置 2 には、計算機装置のオペレーティングシステム (O S) 10 、一つの遅延タスク処理プロセス # 1 、及び他の複数のプロセス # 1, # 2 … # N (N は自然数) を含むプログラムやデータが格納されている。メモリ装置 2 は、十分な機能及び容量があればランダムアクセスメモリ (R A M) 、フラッシュメモリのような任意のタイプのものを使用することができる。また、メモリ装置 2 は、単一のメモリ装置で構成されている必要はなく、同種の複数のメモリ装置又はリードオンリーメモリ (R O M) を含む異なる種類のメモリ装置の組み合せであってもよい。さらに、メモリ装置 2 以外にハードディスクドライブのような外部記憶装置を設け、計算機装置の動作に問題のない範囲で外部記憶装置に対してプログラムやデータを移動させてもよい。

【0016】

遅延タスク処理プロセス # 1 は遅延タスクのみを処理する専用のプロセスであり、機能的に見ると遅延タスク処理プロセス部を構成する。他のプロセス # 1, # 2 … # N は遅延タスク以外の処理を実行するための通常のプロセスであり、機能的に見ると通常プロセス部を構成する。遅延タスク処理プロセス # 1 及び他のプロセス # 1, # 2 … # N には、それぞれ優先度が付与されている。本実施形態では、プロセスの優先度を 0, 1, 2, 3 … R … のように 0 及び自然数で表しており、値が小さい程優先度が高いことを示している。ただし、優先度の表現はこれに限定されず、プロセス間の優先度を決定できればよい。遅延タスク処理プロセス # 1 に付与される優先度は可変であり、後に詳述するように処理する遅延タスクに応じて変更される。一方、他のプロセス # 1, # 2 … # N に付与されている優先度は固定であり、変更されない。図 1 では、例として、遅延タスク処理プロセス # 1 以外のプロセスのうち、プロセス # 2 の優先度を 3 、プロセス # 3 の優先度を 1 としている。

【0017】

遅延タスク処理プロセス#1はキューイングテーブル21を備えている。このキューイングテーブル21には新たに遅延タスクが発生する度に、その遅延タスクを表す識別子が優先度と共に登録される。本実施形態では、遅延タスクの識別子としてA, B, C…のようにアルファベットを使用している。ただし、遅延タスクの識別子はこれに限定されず、個々の遅延タスクを識別可能なものであればよい。また、本実施形態では、遅延タスクの優先度を、前記遅延タスク処理プロセス#1及び他のプロセス#2, #3…#Nの優先度と同様に、0, 1, 2, 3…のように0及び自然数で表しており、値が小さい程優先度が高いことを示している。遅延タスク処理プロセス#1は、キューイングテーブル21に登録された遅延タスクをその優先度の順に実行する。また、遅延タスク処理プロセス#1自体の優先度は、キューイングテーブル21に登録された遅延タスクの優先度のうち最も優先度が高いものに設定される。図1では、例として、キューイングテーブル21に優先度4の遅延タスクBと、優先度5の遅延タスクCが登録されている。また、実行中のタスクは、最も優先度の高い遅延タスクA（優先度2）である。実行中の遅延タスクは処理が終了するまでキューイングテーブル21から削除されないが、図1では実行中の遅延タスクであることを明確にするために、実行中の遅延タスクAをキューイングテーブル21内の他の遅延タスクB, Cとは分離して図示している。さらに、図1では、遅延タスク処理プロセス#1自体の優先度が、最も優先度が高い遅延タスクAの優先度（優先度2）に設定されている。

【0018】

OS10はCPUと協働して本発明のスケジューリング方法を実現するために、割り込みハンドラ処理部11、プロセススケジューリング部12、遅延タスク登録処理部13、遅延タスク優先度制御部14、及びプロセス優先度制御部15を備えている。これらの機能について説明すると、割り込みハンドラ処理部11は、割り込み要求により発生した割り込みハンドラを処理する。次に、プロセススケジューリング部12は、遅延タスク処理プロセス#1及び他のプロセス#2, #3…#Nのうち起動中のものをそれらに付与された優先度に基づいて順次実行させ、それによって複数のプロセスを時分割的に並列処理する。また、遅延タ

スク登録処理部13は、遅延タスク処理プロセス#1のキューイングテーブル21に、新たに発生した遅延タスクの識別子を、その遅延タスクに付与されている優先度と共に登録する。さらに、遅延タスク優先度制御部14は、キューイングテーブル21に記録された遅延タスクのうち優先度が最高の遅延タスクを選択する。遅延タスク優先度制御部14は、キューイングテーブル21に登録された遅延タスクをそれらの優先度が高い順に並べ替えててもよい。さらにまた、プロセス優先度制御部15は、遅延タスク優先度制御部14によって選択された遅延タスクの優先度を、遅延タスク処理プロセス#1自体の優先度に設定する。

【0019】

次に、図2から図3のフローチャートを参照して本実施形態のマルチプロセススケジューリング装置の動作を説明する。

【0020】

図2のステップS2-1において、プロセススケジューリング部12が優先度に基づいて、次に実行されるプロセスを選択する。詳細には、プロセススケジューリング部12は、遅延タスク処理プロセス#1及び他のプロセス#2, #3…#Nのうち起動中のものの優先度を比較し、優先度が高いものから順に実行する。ステップS2-2では、ステップS2-2において選択された遅延タスク処理プロセス#1又は他のプロセス#2, #3…#Nのいずれか一つが実行される。一つのプロセスの実行が終了すると、再びステップS2-1においてプロセススケジューリング部12が次に実行されるプロセスを選択する。

【0021】

図3は、プロセス#2, #3…#Nの実行中に割り込み要求があった場合の処理を示している。割り込み要求があると、ステップS3-1において割り込みハンドラ処理部11が割り込みハンドラのうち即時処理が必要なタスク（即時処理タスク）を実行する。次に、ステップS3-2において、割り込みハンドラに遅延タスクが含まれているか否かを割り込みハンドラ処理部11が判断する。遅延タスクが含まれていない場合には、ステップS3-6において、実行中のプロセスに戻る。一方、遅延タスクが含まれている場合には、ステップS3-3において、遅延タスク登録処理部13が、遅延タスクの識別子と優先度を、遅延タスク

処理プロセス#1のキューイングテーブル21に登録する。次に、ステップS3-4において、遅延タスク優先度制御部14がキューイングテーブル21に登録された遅延タスクのうち優先度が最高である遅延タスクを選択する。続いて、ステップS3-5において、プロセス優先度制御部15が、遅延タスク処理プロセス#1の優先度を遅延タスク優先度制御部14により選択された最高優先度の遅延タスクの優先度に設定する。遅延処理プロセス#1の優先度の設定後、ステップS3-6において実行中のプロセスに戻る。

【0022】

図4は、遅延タスク処理プロセス（図2のステップS2-2）の内容を示している。まず、ステップS4-1において、キューイングテーブル21に登録された遅延タスクのうち最高優先度を有する遅延タスクの処理が開始される。次に、ステップS4-2において、新たに遅延タスクが発生したか否か、すなわち新たに要求された割り込み処理が遅延タスクを含むか否かが判断される。ステップS4-2において新たに遅延タスクが発生していないければ、ステップS4-3において現在処理中の遅延タスクが終了するまで、処理が継続される。次に、ステップS4-4において、遅延タスク登録処理部13が処理の終了した遅延タスクをキューイングテーブル21から削除する。また、ステップS4-5において、遅延タスク処理プロセス#1の優先度が、キューイングテーブル21内で最高優先度の遅延タスクの優先度に設定される。具体的には、遅延タスク優先度制御部14がキューイングテーブル21に登録された遅延タスクのうち優先度が最高である遅延タスクを選択し、プロセス優先度制御部15が選択された遅延タスクの優先度を遅延タスク処理プロセス#1の優先度に設定する。

【0023】

一方、ステップS4-2において、新たに遅延タスクが発生した場合には、まずステップS4-6において遅延タスク登録処理部13が新たに発生した遅延タスクの識別子をその優先度と共にキューイングテーブル21に登録する。次に、ステップS4-7において、遅延タスク優先度制御部14が、新たに発生した遅延の優先度がキューイングテーブル21内及び現在処理中の遅延タスクの優先度より高いか否かを判断する。ステップS4-7において、新たな遅延タスクの優

先度がキューイングテーブル 2 1 内及び現在処理中の遅延タスクより高くなない場合には、ステップ S 4-2 に戻る。一方、ステップ S 4-7 において、新たな遅延タスクの優先度がキューイングテーブル 2 1 内及び現在処理中の遅延タスクより高い場合には、ステップ S 4-8 においてプロセス優先度制御部 1 5 が、遅延タスク処理プロセス # 1 の優先度を新たに発生した遅延タスクの優先度に変更する。

【0024】

次に、図 5 及び図 6 を参照して、本実施形態によるマルチプロセススケジューリングの簡略化された例を説明する。これらの図 5 及び図 6 において、太実線はそのプロセスが C P U 1 を確保して実行されている状態であることを示している。また、白抜きの太線は O S 1 0 の処理が C P U 1 により実行されていることを示している。図 5 は遅延タスク処理プロセス # 1 以外のプロセス # 2, # 3 … # N の実行中に割り込み要求があった場合の一例を示し、図 6 は遅延タスク処理プロセス # 1 の実行中に割り込み要求があった場合の一例を示している。

【0025】

図 5 を参照すると、時刻 t 0 の時点で、遅延タスク処理プロセス # 1 のキューイングテーブル 2 1 には優先度 4 の遅延タスク B と優先度 5 の遅延タスク C が登録されており、遅延タスク処理プロセス # 1 の優先度は 4 に設定されている。また、優先度 3 のプロセス # 2 と優先度 # 1 のプロセス # 3 が起動している。

【0026】

プロセス # 3 を実行中の時刻 t 1 に割り込み要求が発生し、割り込みハンドラ処理部 1 1 によって割り込みハンドラ 1 0 0 が実行される（時刻 t 1 から時刻 t 2）。割り込みハンドラ 1 0 0 のうち 1 0 0 a で示す部分は即時実行タスクである。割り込みハンドラ 1 0 0 のうち 1 0 0 b で示す部分では、遅延タスク登録制御部 1 3 が新たに発生した遅延タスク A（優先度 2）をキューイングテーブル 2 1 に登録する。また、新たに発生した遅延タスク A の優先度は、既に登録されていた遅延タスク B, C の優先度よりも高いので、遅延タスク優先度制御部 1 4 及びプロセス優先度制御部 1 5 によって遅延タスク処理プロセス # 1 の優先度が遅延タスク A の優先度である 2 に設定される。割り込みハンドラの終了後、プロセス

3 の処理が再開される（時刻 t 2 から時刻 t 3）。

【0027】

プロセス# 3 の処理がすべて終了すると、プロセススケジューリング部 1 2 が次に実行するプロセスを選択する（時刻 t 3 から時刻 t 4）。遅延処理タスク処理プロセス# 1 の優先度（優先度 2）とプロセス# 2 の優先度（優先度 3）が比較され、優先度の高い遅延タスク処理プロセス# 1 が選択される。

【0028】

遅延タスク処理プロセス# 1 がキューイングテーブル 2 1 内で最も優先度の高い遅延タスク A の処理を実行する（時刻 t 4 から時刻 t 5）。時刻 t 5 に遅延タスク A の処理が終了すると、遅延処理プロセス# 1 は OS 1 0 に処理終了を通知する。この通知を受けた OS 1 0 の遅延タスク登録処理部 1 3 は処理が終了した遅延タスク A をキューイングテーブル 2 1 から除去する。また、それに続いて遅延タスク優先度制御部 1 4 及びプロセス優先度制御部 1 5 により、遅延処理タスク処理プロセス# 1 の優先度がキューイングテーブル 2 1 内で最も優先度が高い遅延タスク B の優先度（優先度 4）に設定される（時刻 t 5 から t 6）。

【0029】

以上のように遅延タスク処理プロセス# 1 による一つの遅延タスクの処理と、それに伴う遅延処理タスク処理プロセス# 1 の優先度の変更が終了すると、プロセススケジューリング部 1 2 が次に実行するプロセスを選択する（時刻 t 6 から t 7）。遅延処理タスク処理プロセス# 1 の優先度（優先度 4）とプロセス# 2 の優先度（優先度 3）が比較され、優先度の高いプロセス# 2 が選択される。

【0030】

プロセス# 2 が実行された後（時刻 t 7 から t 8）、プロセススケジューリング部 1 2 が次に実行するプロセスを選択し（時刻 t 8 から t 9）、最も優先度が低くいために未処理で残されている遅延タスク処理プロセス# 1 が選択される。このときの遅延タスク処理プロセス# 1 では、キューイングテーブル 2 1 内で最も優先度が高い遅延タスク B（優先度 4）が実行される。

【0031】

以上のように、優先度 2 の遅延タスク A の処理が実行され（時刻 t 4 から t 5

)、次に優先度3のプロセス#2が実行され(時刻t7からt8)、その後に優先度4の遅延タスクBが実行されている。従って、本実施形態のマルチプロセススケジューリングでは、遅延タスクとプロセスが優先度に応じて効率的かつ適切にスケジューリングされている。

【0032】

次に、図6を参照すると、時刻t0の時点では、遅延タスク処理プロセス#1のキューイングテーブル21に、優先度2の遅延タスクA、優先度4の遅延タスクB、及び優先度5の遅延タスクCが登録され、かつ最も優先度が高い遅延タスクAを実行中である。また、時刻t0の時点の遅延タスク処理プロセス#1は遅延タスクAと同一の優先度2に設定されている。

【0033】

遅延タスク処理プロセス#1を実行中の時刻t11に割り込み要求が発生し、割り込みハンドラ100が実行される(時刻t11から時刻t12)。即時実行タスクの処理がなされた後(部分100a)、遅延タスク登録処理部13が新たに発生した遅延タスクD(優先度0)をキューイングテーブル21へ登録すると共に、遅延タスク優先度制御部14及びプロセス優先度制御部15が遅延タスク処理プロセス#1の優先度を遅延タスクDの優先度である0に設定する。割り込みハンドラの終了後、遅延タスク処理プロセス#1での遅延タスクAの処理が再開される(時刻t12から時刻t13)。

【0034】

時刻t13に遅延タスクAの処理が終了すると、遅延タスク登録処理部13は処理が終了した遅延タスクAをキューイングテーブル21から除去する(時刻t13からt14)。しかし、遅延タスク処理プロセス#1の優先度は既に優先度0に設定されているので、変更されない。

【0035】

続いて、プロセススケジューリング部12が次に実行するプロセスを選択する(時刻t14からt15)。遅延処理タスク処理プロセス#1の優先度(優先度0)とプロセス#2、#3の優先度(優先度3、1)が比較され、最も優先度の高い遅延タスク処理プロセス#1が選択される。遅延タスク処理プロセス#1は

キューイングテーブル21内で最も優先度の高い遅延タスクDの処理を実行する。時刻t16に遅延タスクDの処理が終了すると、遅延タスク登録処理部13は処理が終了した遅延タスクDをキューイングテーブル21から除去し、遅延処理タスク処理プロセス#1の優先度をキューイングテーブル21内で最も優先度が高い遅延タスクBの優先度（優先度4）に設定する（時刻t16からt17）。

【0036】

続いて、プロセススケジューリング部12が次に実行するプロセスを選択し、プロセス#2, #3（優先度3, 1）のうち、優先度が高いプロセス#3が選択される。プロセス#3の実行後（時刻t18からt19）、次のプロセスとして未処理で残されているプロセス#2が選択される。

【0037】

この図6の例でも、優先度0の遅延タスクDの処理が実行され（時刻t15からt16）、次に優先度1のプロセス#3が実行され（時刻t16からt18）、その後に優先度3のプロセス#2が実行されており、遅延タスクとプロセスが優先度に応じて効率的かつ適切にスケジューリングされている。

【0038】

本実施形態のマルチプロセススケジューリングでは、一つの遅延タスク処理プロセス#1のみが遅延タスクの処理を実行するので、遅延タスクを処理するためにプロセスの生成と消滅を短期間で繰り返す必要がなく、スケジューリングに要する時間やメモリの消費の点で大きな負担とならない。

【0039】

プロセスと遅延タスクのスケジューリングでは、優先度が高いプロセスが優先度の低いプロセスよりも後に処理される現象（優先度の逆転）の発生を防止する必要がある。本実施形態では、優先度の逆転現象の発生を防止するために、遅延タスク登録処理部13によってキューイングテーブル21に新たな遅延タスクが登録されると、その登録と実質的に同じタイミングでプロセス優先度設定部15による遅延タスク処理プロセス#1の優先度の変更を行っている。具体的には、割り込み要求によって新たな遅延タスクが発生すると、割り込みの時点で実行中のプロセス又は遅延タスクの実行中が終了するまで、又は割り込みの時点で実行

中のプロセス又は遅延タスクが終了した後次のプロセス又は遅延タスクが開始されるまでに、遅延タスク処理プロセス#1の優先度の変更を行っている（図3のステップS3-3からS3-5、図4のステップS4-5, S4-8、図5の時刻t1からt2、並びに図6の時刻t11からt12参照）。換言すれば、本実施形態では、新たな遅延タスクが発生した時に実行中のプロセス（通常のプロセス又は遅延タスク）に続く次のプロセス（通常のプロセス又は遅延タスク）が開始される前に、遅延タスク処理プロセス#1自体の優先度の設定を行っている。

【0040】

図7は遅延タスク処理プロセスの他の例を示している。この例では、遅延タスクの処理中により優先度が高い遅延タスクが発生した場合、処理中の遅延タスクを即時に中断し、新たに発生した優先度の高い遅延タスクの処理を行う。ただし、処理中の遅延タスクが中断可能でない場合もあるので、この場合にはその遅延タスクの処理を続行する。例えば、処理中の遅延タスクがデータの書き換えであり、中断するとデータの不整合を生じるような場合には、処理中の遅延タスクを中断することができない。図7のステップS7-1からステップS7-8は、図4のステップS4-1からステップS4-8と同一である。ステップS7-7で新たに発生した遅延タスクがキューイングテーブル21内及び現在処理中の遅延タスクよりも優先度が高い場合、ステップS7-8で遅延タスク処理プロセスの優先度を新たに発生した遅延タスクの優先度に設定する。次に、ステップS7-9で現在処理中の遅延タスクが中断可能であれば、ステップS7-1に戻り、キューイングテーブル21内で最高優先度の遅延タスクの処理を開始する。ステップS7-6で登録された新たに発生した遅延タスクはキューイングテーブル21内で最高の優先度を有するので、ステップS7-1では処理中の遅延タスクが中断されて新たに発生した遅延タスクの処理が開始される。一方、ステップS7-9で処理中の遅延タスクが中断可能でない場合には、ステップS7-2に戻り、遅延タスクの処理を続行する。

【0041】

図8は遅延タスク実行処理にさらに他の例を示している。この例では遅延タスクの処理中に新たに遅延タスクが発生した場合、キューイングテーブル21への

登録のみを行い、遅延タスク処理プロセスの優先度の変更は処理中の遅延タスクの終了後に行う。図8においてステップS8-1からステップS8-5は図4のステップS4-1からステップS4-5と同一である。ステップS8-2で新たに遅延タスクが発生すると、ステップS8-6においてその新たに発生した遅延タスクをキューイングテーブル21へ登録する。その後、ステップS8-2に戻り、遅延タスクの処理を続行する。

【0042】

前記実施形態では、キューイングテーブル21への遅延タスクの登録及び削除、並びに遅延タスク処理プロセスの優先度をすべてOS10が行っている。しかし、遅延タスク処理プロセス#1自体が一部の処理を行ってもよい。図9は終了した遅延タスクの削除と遅延タスク処理プロセス#1の優先度の変更を、遅延タスク処理プロセス#1自体が行う例を示している。図9において、時刻t0から時刻t5及び時刻t6から時刻t9までの処理は図5と同一である。時刻t5に遅延タスクAの処理が終了すると、遅延タスク処理プロセス#1は遅延タスクAをキューイングテーブル21から除去する。また、遅延タスク処理プロセス#1は、それ自体の優先度をキューイングテーブル21内で最高の優先度を有する遅延タスクBの優先度である4に変更する。

【0043】

本発明は、前記実施形態に限定されず、種々の変形が可能である。例えば、比較的少数であれば2個以上の遅延タスク処理プロセスを設け、これらを同時に起動してもよい。

【0044】

また、遅延タスクは前記実施形態のように割り込みハンドラの遅延して処理される部分に限定されず、プロセスとは別の形態で処理される任意の処理であってもよい。例えば、プロセスからの要求を受けたOSが、その要求に対する処理の一部を遅延タスクとする場合にも本発明を適用することができる。具体的には、プロセスがOSに対してネットワークを介したデータ送信を要求し、OSがこのデータ送信を即時処理する必要がないと判断して遅延タスクとして処理する場合がある。この場合、図5及び図6において、割り込み処理発生の代わりにプロセ

スからOS10にデータ送信の要求がなされる。

【0045】

本発明は計算機装置のスケジューリングに関するので、計算機装置を用いるものならば、任意の分野に応用することができる。例えば、各種の家電機器、携帯電話などの通信機器、あるいは産業機器などに本発明を適用することができる。

【0046】

【発明の効果】

以上の説明から明らかなように、本発明のプロセススケジューリング装置及び方法では、遅延タスクを処理する遅延タスク処理プロセスの優先度が、それ自体が備えるキューリングテーブルに記憶された遅延タスクの優先度のうち最も優先度が高いものに設定される。従って、遅延タスクと、遅延タスク以外の通常のプロセスとをそれらの優先度に応じて効率的かつ適切にスケジューリングすることができる。

【0047】

また、遅延タスク処理プロセスの優先度の設定を、新たなタスクが発生した時に実行中のプロセスに続く次のプロセスが開始される前に行うことにより、優先度の逆転現象を防止することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施形態にかかるプロセススケジューリング装置を構成する計算機装置の概略構成図である。

【図2】 プロセススケジューリング部12の動作を説明するためのフローチャートである。

【図3】 割り込み要求の処理を説明するためのフローチャートである。

【図4】 遅延タスク処理プロセスを説明するためのフローチャートである。

【図5】 本発明の実施形態にかかるプロセススケジューリングの一例を示すタイムチャートである。

【図6】 本発明の実施形態にかかるプロセススケジューリングの他の一例を示すタイムチャートである。

【図7】 遅延タスク処理プロセスの他の一例を説明するためのフローチャートである。

【図8】 遅延タスク処理プロセスのさらに他の一例を説明するためのフローチャートである。

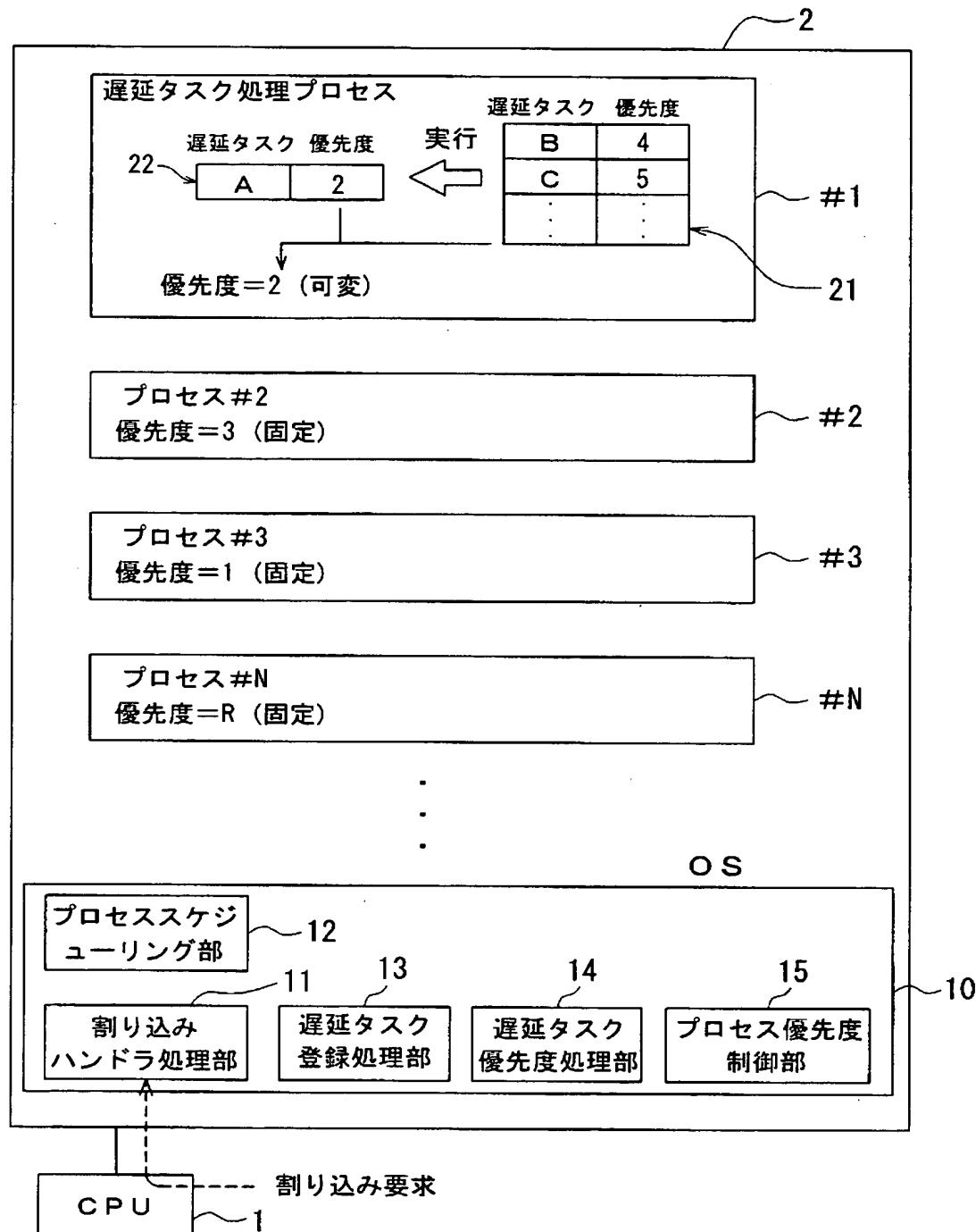
【図9】 本発明によるプロセススケジューリングの他の一例を説明するためのタイムチャートである。

【符号の説明】

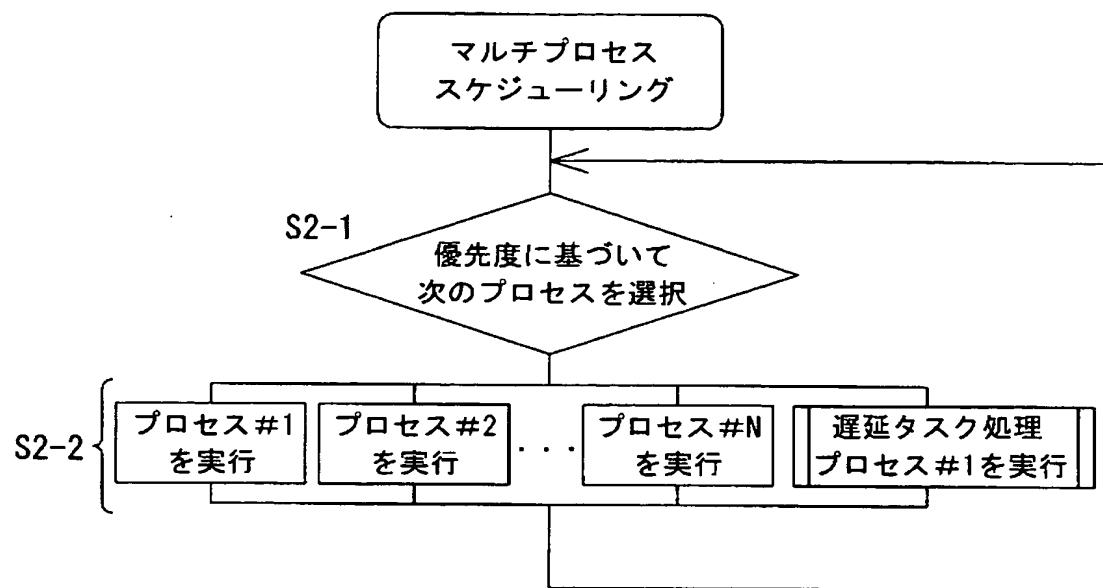
- 1 中央演算処理装置 (C P U)
- 2 メモリ装置
- 1 0 オペレーティングシステム (O S)
- 1 1 割り込みハンドラ処理部
- 1 2 プロセススケジューリング部
- 1 3 遅延タスク登録処理部
- 1 4 遅延タスク優先度制御部
- 1 5 プロセス優先度制御部
- 2 1 キューイングテーブル
- # 1 遅延タスク処理プロセス (遅延タスク処理プロセス部)
- # 2, # 3 プロセス (通常プロセス部)

【書類名】 図面

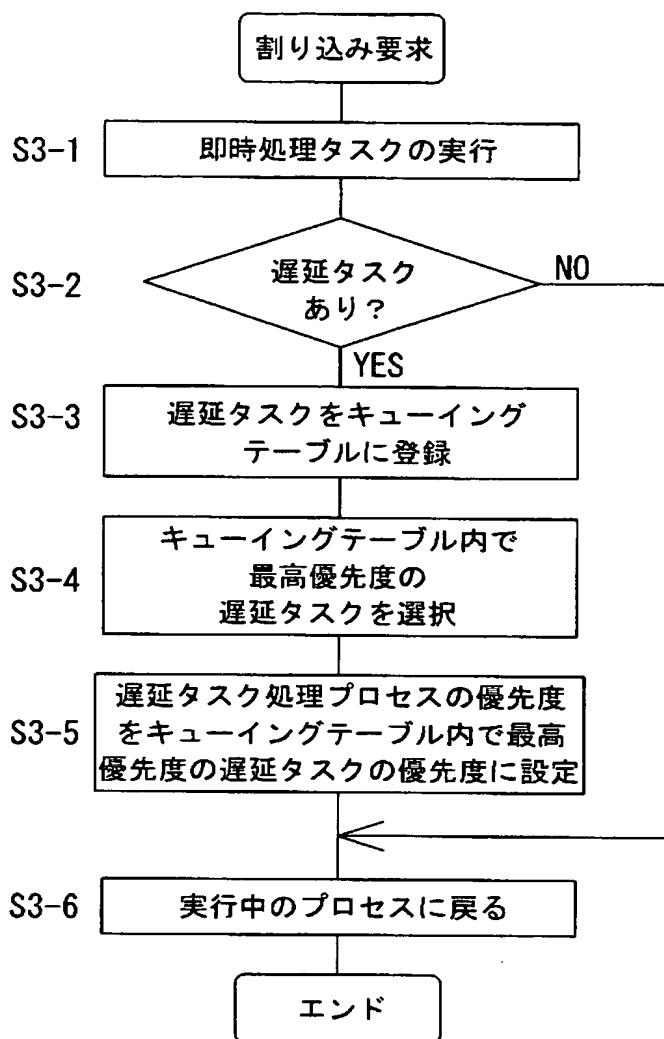
【図1】



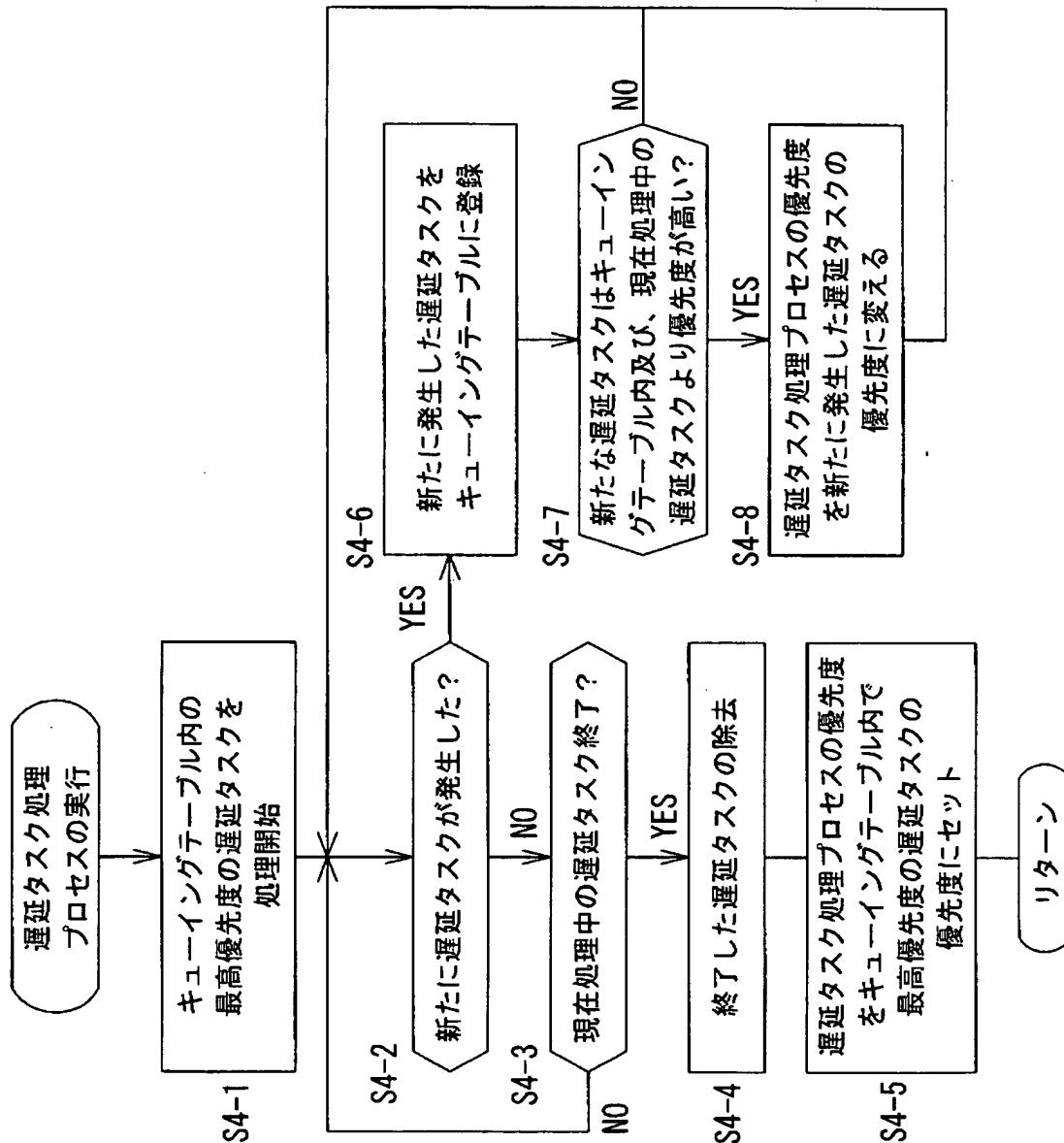
【図 2】



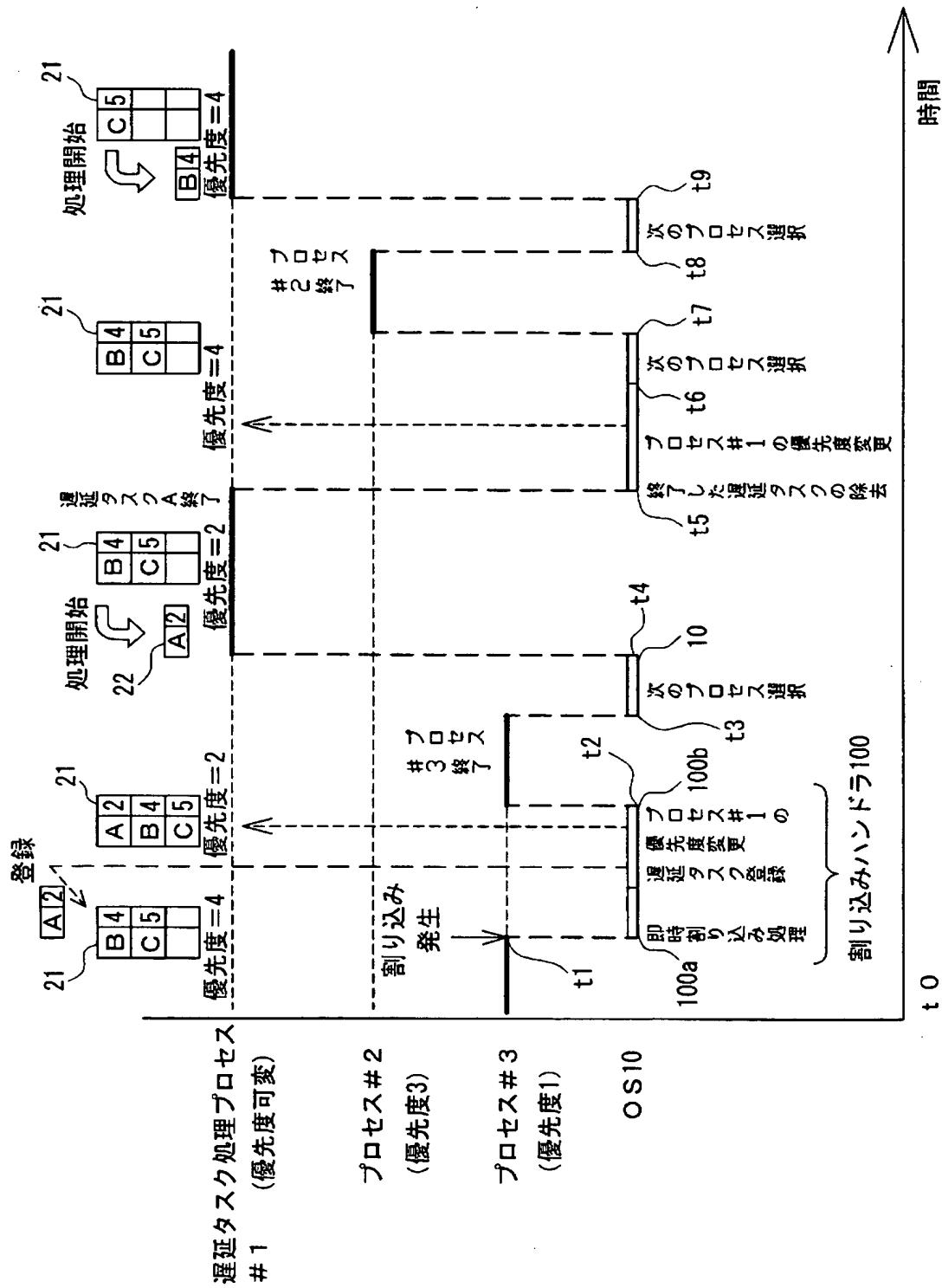
【図3】



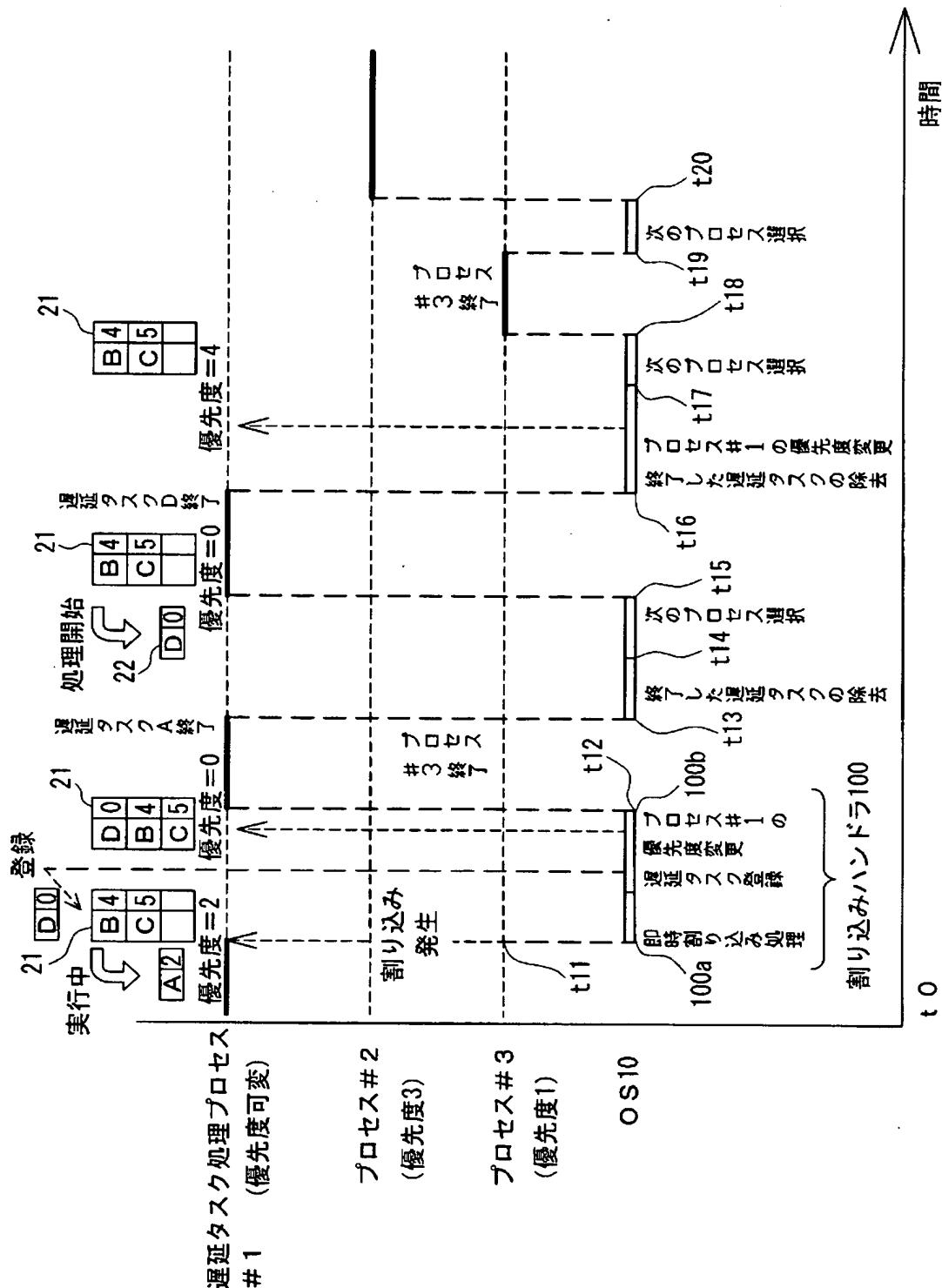
【図4】



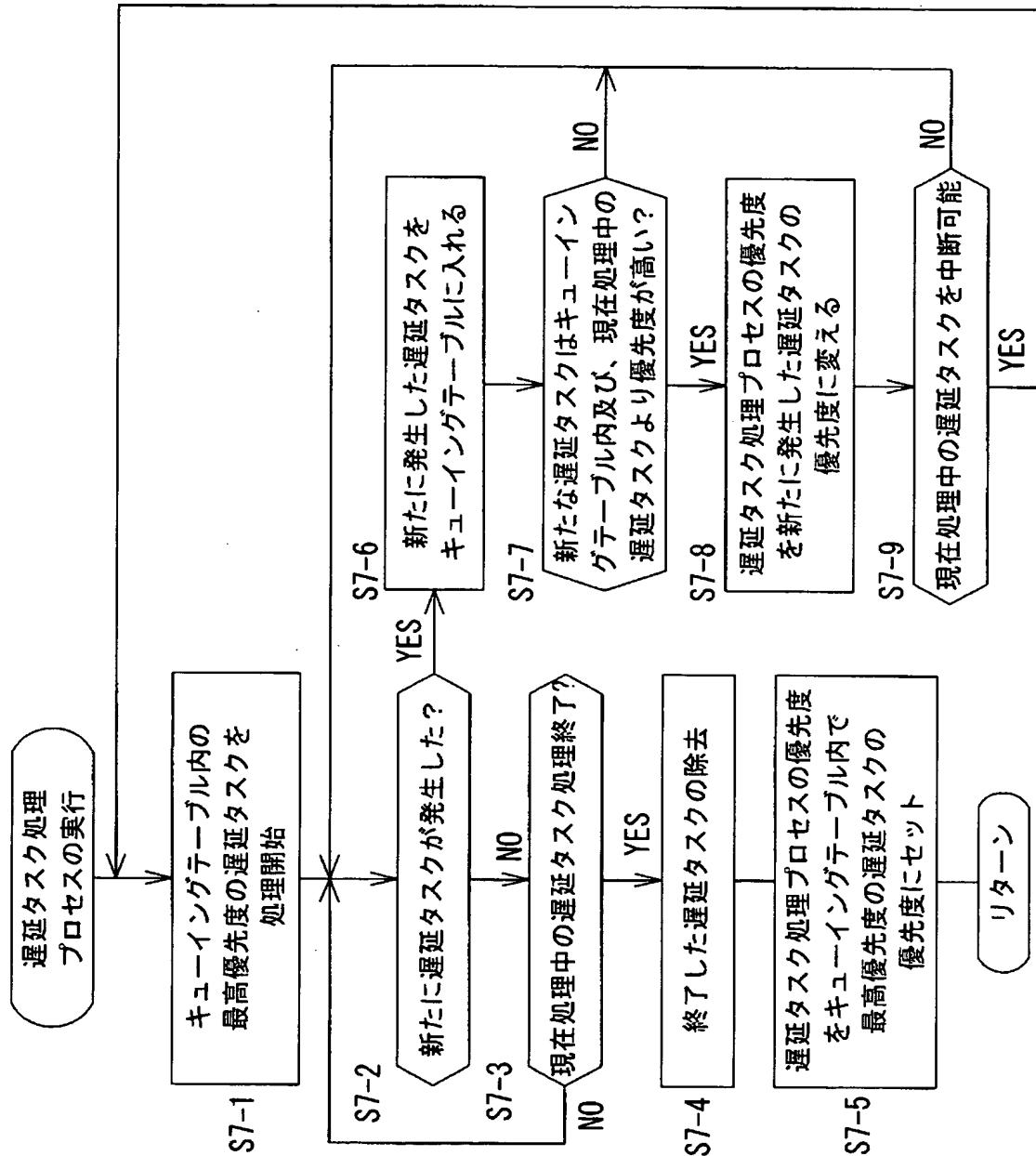
【図5】



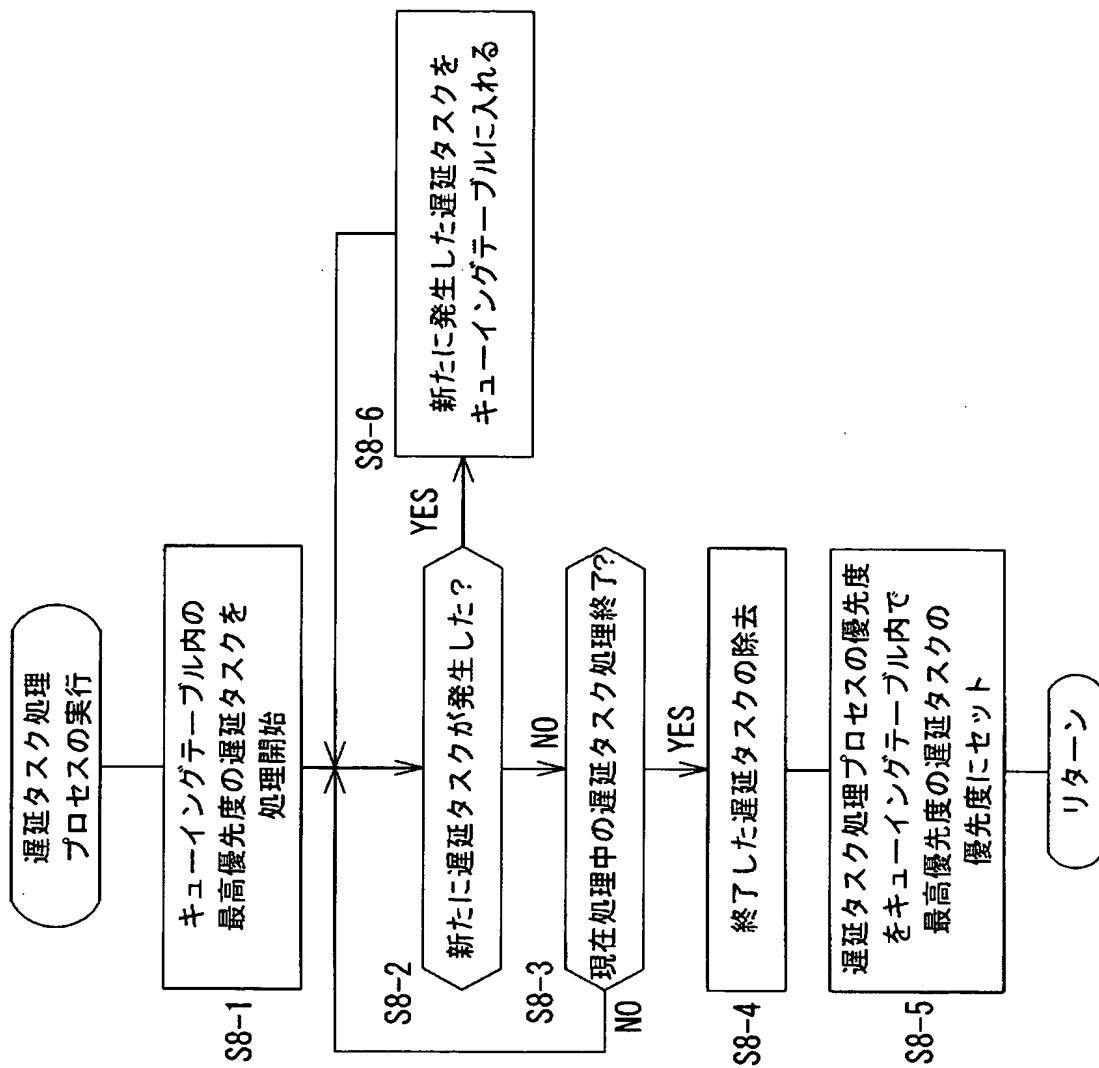
【図6】



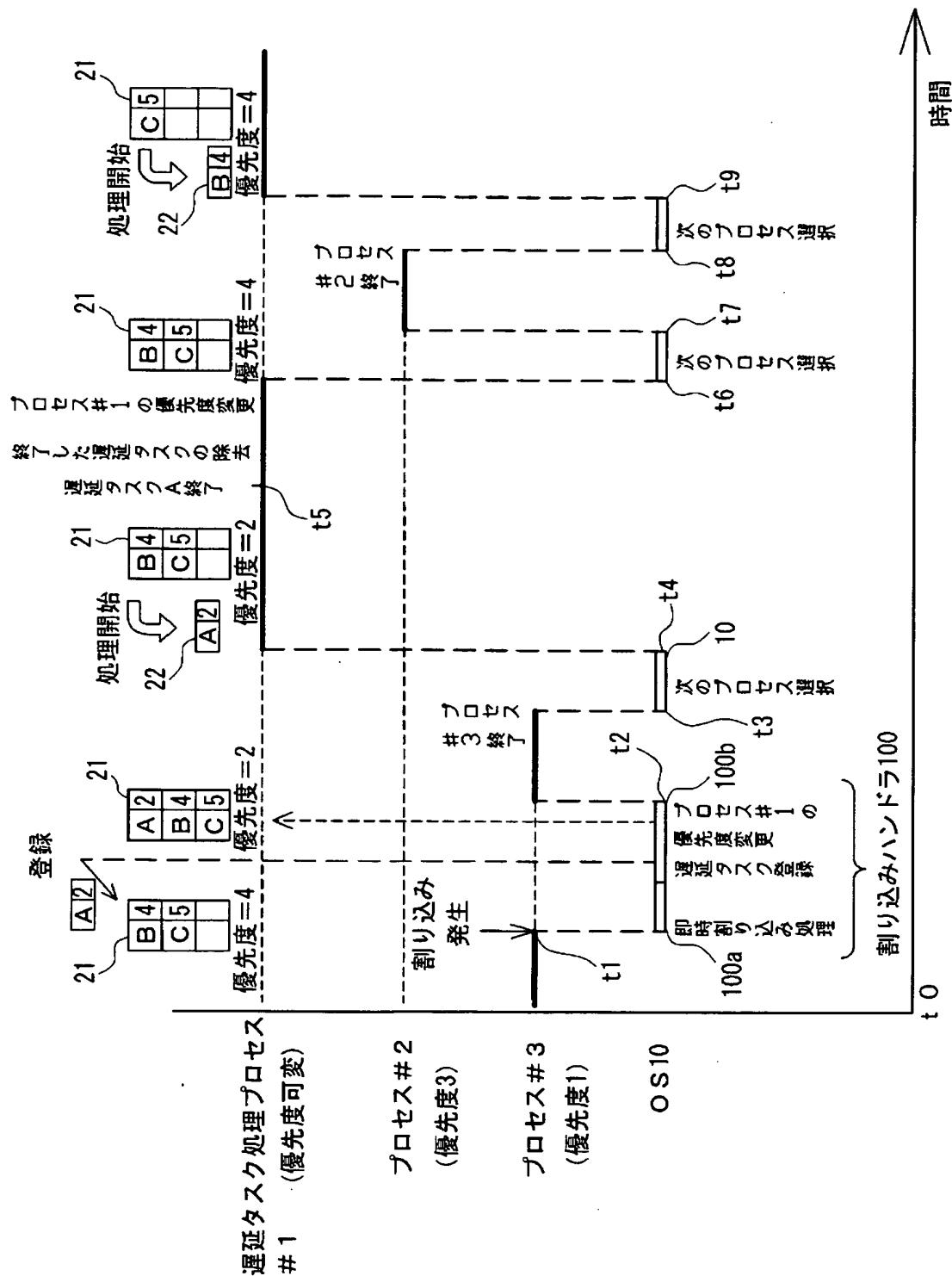
【図7】



【図8】



【図9】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 マルチプロセス環境において効率的かつ適切にプロセスと遅延タスクをスケジューリングする。

【解決手段】 プロセススケジューリング装置は、可変の優先度が付与された遅延タスクのみを処理する遅延タスクプロセス#1と、固定の優先度が付与された遅延タスク以外の処理を実行する複数のプロセス#2, #3…とを備える。プロセススケジューリング部12は、遅延タスク処理プロセス#1及びプロセス#2, #3…を優先度に基づいて順次実行する。遅延タスク登録処理部13は、新たに発生した遅延タスクを優先度と共にキューイングテーブル21に登録する。遅延タスク優先度制御部14はキューイングテーブル21内で優先度が最高の遅延タスクを選択し、プロセス優先度制御部15は選択された遅延タスクの優先度を遅延タスク処理プロセス#1の優先度に設定する。

【選択図】 図1

特願2003-001245

出願人履歴情報

識別番号 [000005821]

1. 変更年月日 1990年 8月28日

[変更理由] 新規登録

住所 大阪府門真市大字門真1006番地
氏名 松下電器産業株式会社

特願2003-001245

出願人履歴情報

識別番号 [000002185]

1. 変更年月日 1990年 8月30日
[変更理由] 新規登録
住 所 東京都品川区北品川6丁目7番35号
氏 名 ソニー株式会社